

## **CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES DE ACEITUNAS VERDES DE CRUZ DEL EJE, CÓRDOBA**

**Álvarez, Dolores María Eugenia**, CITEQ, CONICET-UTN, dalvarez@frc.utn.edu.ar

**Labuckas, Diana Ondina**, ICTA-FCEFyN-UNC, dilabuckas@unc.edu.ar

**Almada, Alexis**, UTN-FRC, alexis.almada95@gmail.com

**Arancegui, Juana**, UTN-FRC, juanaarancegui@gmail.com

**Carrillo, Germán**, UTN-FRC, germancarrillo20@gmail.com

**Ibañez, Mariana del Valle**, UTN-FRC, marianad.ibanez@gmail.com

**Ramello, María Fernanda**, UTN-FRC, ferramello@gmail.com

**Crivello, Mónica Elsie**, CITEQ, CONICET-UTN, mcrivello@frc.utn.edu.ar

**Resumen**— Los denominados residuos del sector olivícola (RSO), han supuesto desde siempre un problema en países productores, ya que contienen componentes nocivos para el medio ambiente. En la provincia de Córdoba, la olivicultura constituye una actividad económica de relevancia, sin embargo genera efluentes que ameritan su caracterización, a fin de encontrar alternativas para su tratamiento. Estudiantes de años superiores de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Córdoba (UTN), dirigidos por los docentes-investigadores de la UTN y Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, evaluaron el proceso y las normativas que aplican, para luego participar en el diseño del experimento, toma de muestras y caracterización de los efluentes generados. Para el muestreo se siguió el protocolo indicado por el decreto 847/16 de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba. Los efluentes, provenientes de los distintos puntos del proceso fueron caracterizados empleando la siguiente metodología: pH, porcentajes de hidróxido de sodio (método volumétrico), cloruro de sodio (Volhard) y azúcares reductores (Lane Eynon); contenidos de fenoles totales (método colorimétrico) y proteínas (Kjeldahl) y demanda bioquímica (Standard Methods 17a ed. 1995 - 5210-B) y química de oxígeno (Standard Methods 17<sup>a</sup> edición 1995 - 5220 - B.), entre otros. Los resultados aportan valiosa información de partida, a fin de proponer alternativas para el tratamiento de los efluentes generados.

**Palabras clave**— *caracterización, residuos del sector olivícola, aceitunas verdes.*

## **1. Introducción**

El olivo, *Olea europea* L., pertenece a la familia botánica Oleaceae, con especies distribuidas en las regiones tropicales y templadas del mundo. El género *Olea* comprende a unas treinta y cinco especies, siendo *O. europea* L. la única de la familia con fruto comestible [1].

En el mundo hay más de 800 millones de olivos en producción [2], de los cuales el 90% se destinan a la obtención de aceite y el 10% restante a frutos en conserva.

Tanto en las almazaras como en las industrias elaboradoras de aceitunas, la eliminación de los residuos sólidos y líquidos, denominados Residuos del Sector Olivícola (RSO), ha supuesto desde siempre un problema en países productores, ya que contienen componentes nocivos para el medio ambiente. Así, el vertido incontrolado de RSO sin tratar provoca problemas ambientales tanto a nivel regional como mundial [2].

En nuestro país, las principales provincias productoras de olivo son Mendoza, San Juan, Catamarca, La Rioja, Córdoba y Buenos Aires, las que concentran más de 90.000 hectáreas. Se estima que el 30% de este cultivo se destina a la producción de aceitunas de mesa, el 50% a la elaboración de aceite de oliva y el 20% pertenecen a plantaciones de doble propósito [3]. En el país, el sector olivícola ha evolucionado notablemente en las últimas décadas, por lo que, en el contexto internacional, Argentina ocupa el puesto ocho en cuanto a la producción [4].

A pesar de los antecedentes favorables en relación al sector, y en consonancia con la tendencia mundial, en Argentina es poco lo que se hace con los RSO, tanto en su tratamiento como en su empleo para la creación de subproductos [5].

En la provincia de Córdoba, la olivicultura constituye una actividad económica de relevancia. Aunque gran parte de la producción de los frutos se destina a la industria aceitera, la elaboración de aceitunas en conserva ocupa un lugar preponderante en el mercado nacional. Las preparaciones industriales más importantes son: aceitunas verdes aderezadas estilo español, aceitunas negras estilo californiano (negras aderezadas) y aceitunas negras naturales [6-10]. En el sector, la industria olivícola genera gran cantidad de efluentes, con características que varían de acuerdo al proceso de elaboración.

En la elaboración de aceitunas, el principal objetivo es la remoción, al menos parcial, del amargor natural del fruto para tornarlo aceptable como alimento o aperitivo. Para este fin existen principalmente dos sistemas: mediante tratamiento alcalino con hidróxido de sodio (aceitunas verdes) [11] o por dilución en la salmuera o líquido en el que se sumergen los frutos (aceitunas negras naturales) [12].

En el caso de las aceitunas verdes (Figura1), los frutos verdes a verde amarillento son tratados con una solución de hidróxido de sodio (cocido), lo que provoca un aumento en la permeabilidad de la piel, modifica la estructura celular, reduce la textura, produce la hidrólisis de la oleuropeína (eliminando el amargor propio del fruto) y disuelve una proporción considerable de azúcares y minerales [11]. Luego de este proceso, los frutos se lavan para eliminar la mayor parte del hidróxido de sodio, y finalmente se colocan en salmuera de concentración variable en cloruro de sodio. En este tipo de preparaciones, la fermentación característica es láctica y transcurre a expensas de la población microbiana proveniente del fruto, o por los microorganismos incorporados como “starters” [13].

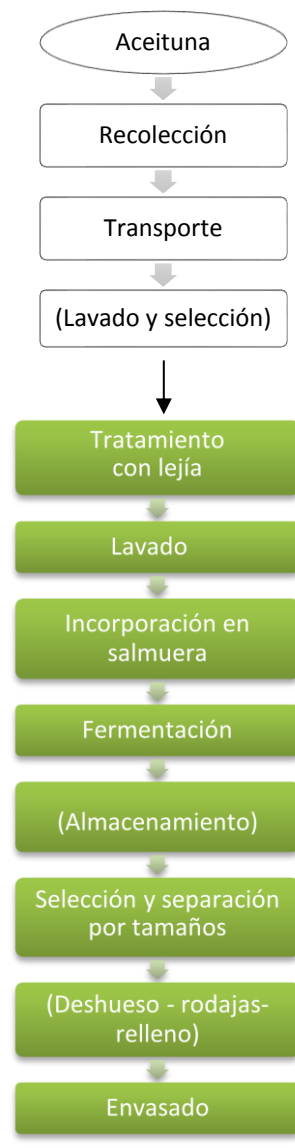


Figura 1. Diagrama de flujo de las operaciones para elaborar aceitunas verdes de mesa (Las operaciones entre paréntesis son electivas). Fuente: Garrido Fernández *et al.*, 2002.

Durante la elaboración de aceitunas se utilizan grandes caudales de agua, que se transforman en efluentes con elevada carga orgánica, sales con pH alcalino y alta concentración de cloruros y polifenoles. Estos son de naturaleza diversa y se consideran tóxicos para vegetales, animales y microorganismos. En este sentido, el vertido de las aguas residuales de la producción olivícola es un problema ecológico significativo para las regiones donde se concentra la producción [5].

Contemplando la problemática expuesta, se propone caracterizar los aspectos físico-químicos de los efluentes generados durante el proceso de elaboración de aceitunas verdes, en una industria representativa de Cruz del Eje, Córdoba, con el objetivo de contar con información precisa para evaluar alternativas en su tratamiento.

## 2. Materiales y Métodos

Se emplearon frutos de olivo de la variedad Arauco de la empresa Cuenca del Sol S.A. Estos frutos fueron colocados en un tanque de fibra de vidrio (Figura 2) de la industria. En este contenedor se llevaron a cabo dos tipos de operaciones consecutivas, llamadas Cocido (C) y Lavado (L).

Para el Cocido se utilizó una solución acuosa conformada por hidróxido de sodio (NaOH) y cloruro de sodio (NaCl) que, luego de transcurrido el tiempo apropiado, se eliminó del tanque mediante drenaje.

Se realizó un Lavado Estacionario (LE) y tres Dinámicos (LD). En la forma Dinámica el líquido de lavado ingresaba al mismo tiempo que drenaba; y en la forma Estacionaria, el líquido permaneció dentro del tanque durante un tiempo determinado. Para los Lavados Dinámicos se empleó agua y solución de NaCl al 10% p/v, respectivamente. El Lavado Dinámico con agua (LD-1) se realizó entre las etapas de cocido y de Lavado Estacionario, mientras que los Lavados Dinámicos con solución de NaCl (LD-2) se realizaron al finalizar el Lavado Estacionario.

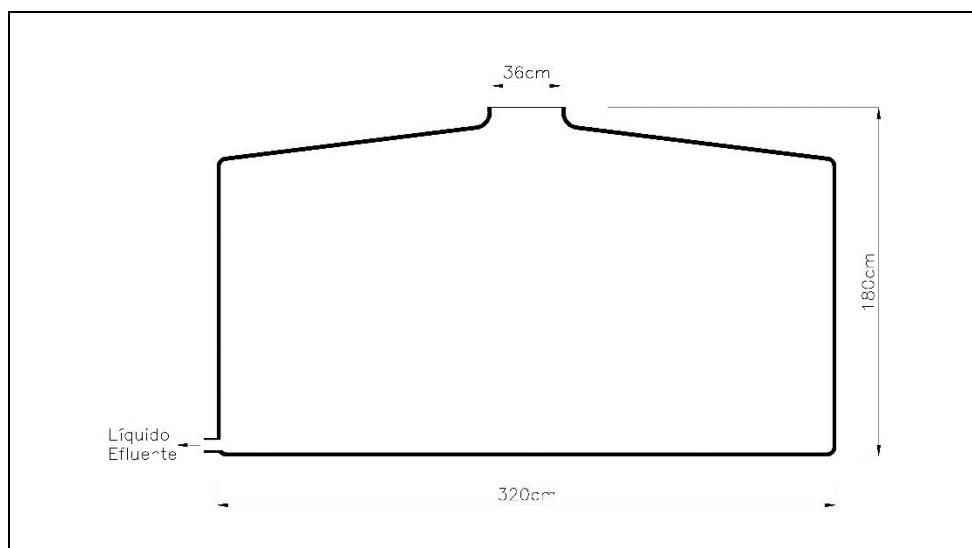


Figura 2. Diagrama del tanque empleado para las operaciones de Cocido (C) y Lavados Estacionario y Dinámicos (LE y LD) de los frutos.

Fuente: elaboración propia

Durante los diferentes momentos de los procesos de Cocido y Lavado Estacionario, [tiempo inicial (I), medio (M) y final (F)], se recolectaron muestras del líquido contenido en el tanque, a diferentes profundidades; zonas superior (S), central (Ce) y baja (B), a 20 , 90 y 180 cm, respectivamente. Para ello se utilizó un dispositivo apropiado se introdujo en la boca del tanque y que permitió la llegada a diferentes profundidades.

Las muestras relativas a los Lavados Dinámicos con agua se colectaron en recipientes contenedores colocados en la boca de salida del tanque, a los 30 minutos del drenado (LD1-30). Las provenientes del Lavado Dinámico realizado con solución salina fueron tomadas a los 2,5 y 5 minutos de su evacuación (LD2-2,5 y LD2-5, respectivamente), desde el mismo lugar (ver Figura 2).

El resumen de las condiciones en las que fueron recolectadas las muestras se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones de recolección de las muestras.

Momento de la recolección	Procesos			
	Cocido (C)	Lavado Dinámico (LD) - agua	Lavado Estático (LE)	Lavado Dinámico (LD) - NaCl 10%
Inicio (I)	C <sub>IS</sub>		LE <sub>IS</sub>	
Medio (M)	C <sub>M<sub>Ce</sub></sub>		LE <sub>M<sub>Ce</sub></sub>	
Final (F)	C <sub>FS</sub>	LD1-30	LE <sub>FS</sub>	LD2-2,5; LD2-5
	C <sub>FCe</sub>		LE <sub>FCe</sub>	
	C <sub>FB</sub>		LE <sub>FB</sub>	

S: parte superior; Ce: zona central; y B: zona baja del tanque. Fuente: elaboración propia

Tanto para la recolección de muestras como para su acondicionamiento y transporte se siguió el protocolo indicado por el Decreto 847/16 de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba [14].

Las muestras de efluentes fueron caracterizadas mediante las siguientes determinaciones: pH (por potenciometría); porcentaje de NaCl (para la concentración del ion cloruro en la salmuera se siguió la metodología de Volhard [7]); contenido de azúcares reductores (método de Lane Eynon [15] con modificaciones [16]); contenido de nitrógeno (método de Kjeldahl según [15]); contenido en fenoles totales, por reacción con Folin-Ciocalteu y lectura mediante espectrofotómetro Lambda 25, a 760 nm, correspondiente a la del color desarrollado [17] (la concentración se calculó a partir de una curva de calibración construida con concentraciones conocidas de ácido gálico y los resultados se expresan como equivalente ácido gálico en mg/ L de extracto); porcentaje de NaOH ( método volumétrico [18, 2320-B]); Demanda Química de Oxígeno (DQO, por método volumétrico [18, 5220-D]); Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO, por medición del oxígeno disuelto consumido en la estabilización biológica de la materia orgánica [18, 5210-B]); oxígeno consumido (reacción con solución de iones manganosos y una solución yoduro-alcalina, con azida de sodio [18]); sustancias solubles en éter etílico (según metodología descrita en [18, 5520-B]); sólidos disueltos totales, sedimentables en 10 min y 2 horas y sólidos suspendidos totales (según procedimientos indicados en [18, 2540-D, F]); contenido de fósforo orgánico y total (mediante [18, 4500 P-C]) y contenido de sulfuros (mediante [18, 5520-E]).

Tanto la búsqueda bibliográfica como la recolección y caracterización físico-química y el análisis preliminar de los datos fue llevado a cabo por estudiantes de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Córdoba (UTN-FRC), conjuntamente con un grupo de docentes-investigadores de los Centros de Investigación y Tecnología Química (CITeQ), de la UTN-FRC y del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA), de la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC, FCEFN).

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Variación físico-química de líquidos en las etapas de Cocido y Lavados

En la tabla 2 se observan los valores obtenidos de pH, concentración de cloruros, azúcares reductores y NaOH (% p/v) y contenido de fenoles totales, al tiempo Inicial (I), Medio (M) y Final (F) de los líquidos provenientes de los procesos de Cocido (C) y Lavado Estacionario (LE), en las zonas Superior (S), Central (Ce) y Baja (B) del tanque. Asimismo, se presentan los valores obtenidos en las muestras líquidas recolectadas en los Lavados Dinámicos posteriores al Cocido (colectado a los 30 minutos de drenaje; LD1-30) y realizados después del lavado estacionario (recogidas a los 2,5 y 5 minutos del drenaje del efluente (LD2-2,5 y LD2-5, respectivamente).

Tabla 2. Caracterización de líquidos de las etapas de Cocido (C) y a Lavados (LE y LD)

Procesos		pH	Cloruros (% p/v)	Az. reductores (% p/v)	NaOH (% p/v)	Fenoles totales (mg/L)
Cocido	C <sub>IS</sub>	14,04	2,44	no corresponde	1,324	16
	C <sub>M<sub>Ce</sub></sub>	13,41	1,95	0,6	0,764	1270
	C <sub>FS</sub>	13,45	1,58	0,95	0,488	1140
	C <sub>FCe</sub>	13,6	0,733	0,6	0,44	2040
	C <sub>FB</sub>	13,56	0,244	0,75	0,64	2410
Lavado dinámico	LD1-30	12,22	0,43	0,95	0,036	103
Lavado estacionario	LE <sub>IS</sub>	8,95	0,73	no corresponde	0,004	11
	LE <sub>M<sub>Ce</sub></sub>	12,46	0,73	0,75	0,14	2010
	LE <sub>FS</sub>	9,95	0,61	0,95	0,006	35
	LE <sub>FCe</sub>	11,97	0,794	0,95	0,148	1680
	LE <sub>FB</sub>	12,23	0,305	0,95	0,268	3020
Lavado dinámico	LD2-2,5	9,92	6,23	0,95	0,024	279
	LD2-5	10,07	6,96	0,95	0,012	37

En la etapa de Cocido, los elevados valores de pH son consecuencia directa de la concentración de solución alcalina empleada. Este resultado indica que el líquido procedente del quemado no podría ser un efluente a ser vertido en una red cloacal, puesto que los valores de pH mayores a 10 son rechazados por la Normativa vigente.

Respecto al contenido de fenoles totales, se observa un aumento en la concentración de fenoles totales a medida que la toma de muestra se realiza a mayor profundidad del tanque. Así, el valor correspondiente al tiempo final de quemado, tomado en el fondo del tanque, es superior al del tomado en la parte superior, resultado que se atribuye a un efecto de estratificación dentro de tanque contenedor. La normativa correspondiente a efluentes destinados a la red cloacal admite hasta 0,5 mg/L, por tal motivo, los valores encontrados para la concentración de fenoles totales en el proceso de quemado, no son aceptables.

En cuanto a la concentración de cloruros, se observa que los valores disminuyen a medida que la toma de muestra se realiza a mayor profundidad del tanque. Este

resultado pone en evidencia una relación inversa entre cloruros y fenoles totales (la concentración de cloruros disminuye cuando aumenta la cantidad de fenoles). Cabe aclarar que, para efluentes destinados a red cloacal, los cloruros no se encuentran normalizados.

Al considerar los azúcares reductores, se observa que las muestras analizadas contienen entre 0,6% y 0,95 % en las distintas instancias del proceso. Asimismo, al analizar la concentración de estos componentes mediante la técnica de Miller [19] (datos no mostrados), se encontró un perfil similar al evidenciado con la técnica de Lane Eynon. Esto pone de manifiesto que ambas metodologías son factibles de implementar en el laboratorio de las empresas dedicadas a la elaboración de aceitunas en conserva.

Tanto para los Lavados Estacionarios como Dinámicos, los análisis indican que los valores de pH son elevados en relación a la Normativa regulatoria. Se observa que el valor de pH aumenta con el incremento de la profundidad a la que se toma la muestra (es decir que la muestra retirada de la parte superior del tanque presenta menor valor que las retiradas en zonas más profundas).

Respecto al contenido de fenoles totales de efluentes colectados en la etapa de Lavados Estacionarios, se observa que los valores aumentan con el incremento de la profundidad a la que se toma la muestra, lo que rectifica el efecto de estratificación para estos compuestos. Más allá del tipo de lavado, todas las muestras líquidas presentaron elevado contenido de fenoles totales. Para que estos líquidos puedan verterse en la red cloacal deberían ser sometidas a un tratamiento que reduzca el contenido de fenoles totales hasta 0,5 mg/L a fin de adecuarse a lo que la ley vigente exige.

Asimismo, se observa una relación directa entre los valores de pH y la concentración de fenoles totales, lo que confirma la solubilidad de éstos en soluciones con pH alcalino (por ejemplo, en el Cocido el pH es superior a 13 y se observan elevados niveles de concentración de fenoles).

### **3.2 Comparación entre líquidos del final del Cocido y Lavado Estacionario**

En la Tabla 3 se presentan los resultados correspondientes a los análisis realizados en las muestras retiradas al final de las etapas de Cocido y de Lavado Estacionario.

Se puede observar que los valores correspondientes a DBO, DQO y oxígeno consumido son mayores al final del Lavado que al final del Cocido y por otra parte, son superiores a los fijados en la Normativa vigente. Esto indica concentraciones de hasta 200 mg/L para DBO y de hasta 500 mg/L para DQO. Sin embargo, los líquidos provenientes de ambos procesos se consideran líquidos con contenido de compuestos susceptibles a ser biodegradados, puesto que la relación DBO/DQO, es inferior al valor 2,5 informado por Hernández Muñoz [20]. Para la concentración de oxígeno consumido, en tanto, no se encuentra legislado un valor máximo requerido.

En cuanto a las sustancias solubles en éter etílico, parámetro que se relaciona con presencia de aceites y grasas, el valor encontrado al final del Cocido es mayor que el de Lavado. Sin embargo, en ambas muestras son inferiores a 50 mL/L, valor máximo admitido por la norma vigente para efluentes a ser vertidos en la red cloacal.

En cuanto a sólidos disueltos, relacionados con el contenido de materia orgánica, se puede apreciar que, evaluados a 10 minutos, ambas etapas, Cocido y Lavado, generan

líquidos con similar contenido e inferiores a 0,5 mg/L exigidos. En tanto que, evaluados a 2 horas, el líquido al final del Lavado duplica su contenido respecto al del final del Cocido. Respecto a sólidos totales en suspensión, el líquido tomado al final del Cocido contiene un 27% menos que el del Lavado; sin embargo, ambos superan los 250 mg/L correspondiente al máximo permitido en la normativa vigente.

El contenido de fósforo total en la muestra de la etapa de Cocido resultó un 7% inferior al del líquido obtenido en el Lavado; sin embargo ambos valores superan los 10 mg/L permitidos. En cuanto al contenido de sulfuros, la muestra retirada en la etapa de Cocido, cuyo valor se encuentra dentro de los límites exigidos, contiene un 35% menos que la del Lavado, cuyo valor supera el de 2 mg/L previsto en la Legislación vigente.

Tabla 3. Caracterización de líquidos en el final del Cocido (C) y del Lavado estático (LE)

<b>Parámetros</b>	<b>Valor al Final del Cocido, parte Baja del tanque (C<sub>FB</sub>)</b>	<b>Valor al final del Lavado Estacionario, parte Baja del tanque (LE<sub>FB</sub>)</b>	<b>Valor máx. - Ley Prov. 847/16</b>
Nitrógeno (mg/L)	5,72	80,2	-
DBO (mg/L)	27500	37500	200
DQO (mg/L)	40470	49836,5	500
Oxígeno consumido (mg/L)	46200	19600	NE
Sustancias solubles en éter etílico (mg/L)	24,84	13,02	50
Sólidos disueltos totales	52040	48088	NE
Sólidos disueltos, 10 min (mg/L)	<0,10	0,1	0,5
Sólidos disueltos, 2 h (mg/L)	0,3	0,7	NE
Sólidos en suspensión, totales (mg/L)	3846	5282	250
Fósforo orgánico (mg/L)	58,7	1,33	NE
Fósforo total (mg/L)	82,9	89,34	10
Sulfuros (mg/L)	0,72	2,03	2

NE: No especificado por Ley.

Los valores de celdas sombreadas superan los establecidos por la Normativa especificada.

Por otro lado, se puede apreciar que, para los líquidos retirados en el tiempo final de las etapas de Cocido y de Lavado, existe una relación inversa entre los valores de pH y los de DBO, DQO, oxígeno consumido y sólidos disueltos en 2 horas, a saber: a menor valor de pH mayores fueron los valores en los parámetros mencionados. Esto es similar a lo informado en Fernández Díez et al [6].

#### **4. Conclusiones y recomendaciones**

Los líquidos efluentes del proceso de elaboración de aceitunas verdes de un establecimiento representativo de Cruz del Eje se caracterizan por presentar valores de pH y de concentraciones de fenoles y fósforo totales, sólidos en suspensión y disueltos, que superan a los máximos previstos por la Norma vigente, tanto para las etapas de Cocido como para la de Lavado. Asimismo, los valores de DBO, DQO y Oxígeno disuelto, se encuentran por encima de los límites regulados para ambas operaciones.



Por otro lado, la concentración de sustancias solubles en éter etílico tanto en el Cocido como en el Lavado son inferiores a los previstos; y en el caso de los sulfuros, solo la concentración en el Cocido se encuentra dentro de los límites permitidos por la Normativa.

Estos resultados confirman que los líquidos provenientes de las etapas del proceso analizadas deben someterse a tratamientos específicos para disminuir los niveles en los parámetros expuestos, antes de ser arrojados a la red cloacal. En este contexto, se sugiere un tratamiento integral de los efluentes, no diferenciado por etapas.

La participación de los estudiantes en todo el proceso hizo posible la integración y convergencia, de las materias cursadas en una situación profesional real.

## **5. Referencias**

- [1] ÁLVAREZ, D. (2013). Obtención de aceitunas negras naturales. Estudio de procesos fermentativos que optimicen la calidad del producto. *Tesis doctoral*. Córdoba.
- [2] MEHMET Ş.; ANIL Y. (2016). Cero vertidos: uso de los residuos del sector olivícola como energía limpia. *Olivae*. 123:37-42.
- [3] NIMO M.; GARCIARENA I. (2017). I reunión Comisión Regional cuyo 2017. Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación Argentina. [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_alimentos\\_y\\_bebidas/](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_alimentos_y_bebidas/)
- [4] CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL (COI). (2017). Boletín del Mercado. [http://www.internationaloliveoil.org/news/view/697-year-2017-news/837-market-newsletter-may-2017?lang=es\\_ES](http://www.internationaloliveoil.org/news/view/697-year-2017-news/837-market-newsletter-may-2017?lang=es_ES)
- [5] SÁNCHEZ, P.; DE ANGELIS, J. (2013). Análisis de Diagnóstico Tecnológico Sectorial *Olivarero*. Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Presidencia de la Nación Argentina. <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/043/0000043771.pdf>
- [6] FERNÁNDEZ DÍEZ, M.J.; DE CASTRO Y RAMOS, R.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ CANCHO, F.; GONZÁLEZ PELLISÓ, F.; NOSTI VEGA, M. (1985). *Bioteología de las aceitunas de mesa*. Instituto de la Grasa y sus Derivados. Sevilla: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 475 p.
- [7] GARRIDO FERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ DIEZ, M.J.; ADAMS, M.R. (1997). *Table Olives. Production and Processing*. London: Chapman and Hall, London. 499 p.
- [8] SÁNCHEZ GÓMEZ, A.H.; GARCÍA GARCÍA, P.; REJANO NAVARRO, L. (2006). Elaboration of table olives. *Grasas y Aceites*. 57:86–94.
- [9] PANAGOUE, E.Z.; SCHILLINGER, U.; FRANZ, C.M.; NYCHAS, G.J. (2008). Microbiological and biochemical profile of cv. Conservolea naturally black olives during controlled fermentation with selected strains of lactic acid bacteria. *Food Microbiology*. 25:328–358.
- [10] ÁLVAREZ, D.M.; LÓPEZ, A.G.; LAMARQUE, A.L. (2014). Industrial Improvement for Naturally Black Olives Production of Manzanilla and Arauco Cultivars. *Journal of food Processing and Preservation*. 38:106–115.

- [11] GARRIDO FERNÁNDEZ, A.; GARCÍA GARCÍA, P.; LÓPEZ LÓPEZ, A.; ARROYO LÓPEZ, F.N. (2002). Tecnología de la elaboración de aceitunas de mesa y aceite de oliva. In: *Enciclopedia del Olivo del TDC-OLIVE*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. P. 1-26.
- [12] CHAMMEM, N.; KACHOURI, M.; MEJRI, M.; PERES, C.; BOUDABOUS, A.; HAMDI, M. (2005). Combined effect of alkali pretreatment and sodium chloride addition on the olive fermentation process. *Bioresource Technology*. 96:1311-1316.
- [13] HURTADO A., REGUANTE C., BORDONS A., ROZÈS N. (2010). Evaluation of a single and combined inoculation of a *Lactobacillus pentosus* starter for processing cv. Arbequina natural green olives. *Food Microbiology*. 27: 731-740.
- [14] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*. Ed. Horwitz, Washington, D.C., USA
- [15] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*. Ed. Horwitz, Washington, D.C., USA.
- [16] SÁNCHEZ GÓMEZ, A.; MONTAÑO ASQUERINO, A.; ROMERO BARRANCO, C.; GARCÍA GARCÍA, P.; DE CASTRO, A.; GÓMEZ MILLÁN, A. (2000). Prácticas de Química y Microbiología. In: *XII Curso de elaboración de aceitunas de mesa. Departamento de Biotecnología de Alimentos*. Sevilla: Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). p. 187-213.
- [17] OTHMAN, N.B.; ROBLAIN, D.; CHAMMEN, N.; THONART, P.; HAMDI, M. (2009). Antioxidant phenolic compounds loss during the fermentation of Chétoui olives. *Food Chemistry*. 116: 662-669.
- [18] APHA (1995) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters, 19th Edition. Washington D.C, USA.
- [19] MILLER, G. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428.
- [20] HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. (2001). *Depuración y desinfección de aguas residuales*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. pag. 151.